



Estimación de heredabilidad de peso vivo y longitud de mecha en alpacas Huacaya

Estimated heritability of body weight and fibers length in alpacas Huacaya

JUAN ROQUE GONZALEZ¹

RESUMEN

El estudio se realizó en la Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) Pachacútec Ltda. No. 7, ubicada en la provincia de Yauli, departamento de Junín, a 4 200 m.s.n.m. Los objetivos fueron: hallar promedios, correlaciones, regresiones y heredabilidad de características productivas como peso vivo, peso de vellón y longitud de mecha en alpacas Huacaya. Las características productivas de las 1363 alpacas evaluadas fueron: peso vivo, 58, 40 ± 6 , 37 kg; peso de vellón, 2, 27 ± 0 , 66 kg y longitud de mecha, 11, 11 ± 1 , 99 cm. Los pesos al nacimiento y destete de 522 crías fueron: 7, 31 ± 1 , 03 y 31, 41 ± 4 , 96 kg, respectivamente. Los coeficientes de correlación para peso vivo-peso de vellón y para peso de vellón-longitud de mecha en 1363 alpacas, tienen valores de 0, 074 y 0, 311, respectivamente. Los coeficientes de regresión fueron: 0, 009 y 1, 20 para peso vivo-peso de vellón y peso de vellón-longitud de mecha, respectivamente. Para estimar la heredabilidad, se utilizó registros de 764 alpacas madres (progenitoras) y sus respectivas crías (progenies). El cálculo de los componentes de varianza se ha realizado empleando la regresión progenie-progenitor. En consecuencia, los valores de heredabilidad del peso vivo y longitud de mecha de alpacas Huacaya fueron 0, 27 ± 0 , 08 y 0, 21 ± 0 , 07, respectivamente.

¹ Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Aporte Santiaguino de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4,0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

Palabras clave: alpaca; peso vivo; longitud de mecha; heredabilidad.

ABSTRACT

In this study was analyzed the body weight, fleece weight and fiber length of 1363 alpacas of the Huacaya breed, in the Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) Pachacutec Ltda. N° 7, placed in Yauli county, Department of Junin, at 4200 meters over sea. The objectives were: to find averages, correlations, regressions and heritability of body weight, fleece weight and fibers length in Huacaya alpacas. The productive characteristics of the 1363 alpacas were: body weight, $58,40 \pm 6,37$ kg; fleece weight, $2,27 \pm 0,66$ kg and fibers length, $11,11 \pm 1,99$ cm. The weight of the progeny at birth and at weaning were: $7,31 \pm 1,03$ and $31,41 \pm 4,96$, respectively. The correlation coefficients for body weight-fleece weight and fleece weight-fibers length in 1363 alpacas, have values of 0,074 and 0,311, respectively. The regression coefficients were 0,009 and 1,20 for body weight-fleece weight and fleece weight-fibers length, respectively. To estimate heritability, records of 764 mothers alpacas (progenitor) and their offspring (progeny) was used. The calculation of the variance components was performed using the parent-offspring regression, the values of heritability of live weight and fibers length of Huacaya alpacas were $0,27 \pm 0,08$ and $0,21 \pm 0,07$, respectively.

Keywords: alpaca; body weight; fibers length; heritability.

INTRODUCCIÓN

La alpaca, constituye un recurso nacional sumamente valioso, pues las características especiales de su fibra y carne, su excelente capacidad de adaptación a condiciones difíciles como la escasa disponibilidad de alimentos, oxígeno y temperaturas extremas; convierte a esta especie estratégica en ayuda para el desarrollo y bienestar de miles de familias que viven en condiciones de pobreza y extrema pobreza. Más aun el Perú, tiene el privilegio de poseer la mayor población de alpacas a nivel mundial y como tal debe liderar la tecnología de su manejo e investigación, transformación de sus productos y convertirnos sin duda en el país referente.

Los parámetros que definen y caracterizan a las poblaciones son: las medias, varianzas, desviaciones estándar, correlaciones entre características, heredabilidades. La heredabilidad se define

como el grado de correlación que existe entre el genotipo y el fenotipo del animal y que determina la fracción genética que es responsable de la expresión fenotípica final. Por lo tanto, tiene como función principal expresar la confianza que se puede tener en el fenotipo del animal como una guía para predecir su valor de cría (Quispe, 2010 y Falconer y Mackay, 2004).

No se puede implementar mejora genética si no se conoce previamente los parámetros genéticos de las características a mejorar. Actualmente, los criterios que se aplican en el mejoramiento genético de alpacas en el Perú, son poco consistentes, debido a la escasez de información sobre los índices de orden genético que determinan la performance del animal. Por lo tanto, el conocimiento de las características productivas como: peso vivo, longitud de mecha, peso de vellón, entre otras, constituyen elementos de juicio para desarrollar programas de mejoramiento genético en poblaciones de alpacas.

En este contexto, el presente trabajo realizado en la SAIS Pachacútec Ltda. No. 7, utilizando como unidad de investigación al rebaño de alpacas Huacaya, plantea como objetivos: estimar los promedios, correlaciones, regresiones y heredabilidad de las características productivas: peso vivo y longitud de mecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es básica y descriptiva. El diseño de investigación seleccionado es no experimental cuantitativo. Se realizó en la Unidad de Producción Corpacancha de la Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) Pachacútec Ltda N° 7, ubicada en el distrito de Marcapomacocha, Provincia de Yauli, departamento de Junín, a una altitud de 4200 m. sobre nivel del mar. Se ha recopilado información de producción de 1363 alpacas de la raza Huacaya, de 2, 3, 4, 5 y más años de edad, tomados al azar de una población total de 3338 animales, criados en un sistema extensivo en pastos naturales.

El peso vivo fue tomado posterior a cada esquila, utilizando para ello una balanza tipo plataforma con canastilla con una precisión de 0,5 kg, el peso de vellón durante las esquilas con balanza de 10 kg tipo reloj con precisión de 0,1 kg y la longitud de mecha en el momento previo a la esquila midiendo la mecha del costillar medio con una regla graduada.

Los datos de los registros de producción han sido procesados en el Centro de Procesamiento de Datos (CEPDA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, utilizando el paquete estadístico SAS para IBM 4340. Los datos fueron tabulados y analizados mediante descriptores estadísticos de tendencia central y de dispersión, prueba de normalidad para luego proceder a estimar los parámetros genéticos.

Las características analizadas fueron: peso vivo de alpacas a los 2, 3, 4, 5 y más años de edad; peso de vellón de alpacas a los 2, 3, 4, 5 y más años de edad; longitud de mecha de alpacas a los 2, 3, 4, 5 y más años de edad; peso al parto de las alpacas madres; peso al nacimiento y destete de las crías.

Para la determinación de los coeficientes de correlación entre las características se empleó la correlación de Pearson (Steel & Torrie, 1996):

$$r_{XY} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X \sum Y)^2}{n}}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}}$$

Para la determinación de los coeficientes de regresión entre las características se usó el método de cálculo propuesto por Little y Hills (1991):

$$b_{YX} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X \sum Y)^2}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}$$

El cálculo de los componentes de varianza que permite estimar la heredabilidad de los caracteres de peso vivo y longitud de mecha fue realizado empleando el modelo de regresión progenie progenitor (Kress, 1981), siendo el modelo matemático el siguiente:

$$Z_i = bX_i + \varepsilon_{ij}$$

Entonces, la estimación de la heredabilidad para la característica respectiva responde a la siguiente relación:

$$b^2 = 2b_{ZX}$$

Y el error estándar a:

$$s_b^2 = \frac{\sum Z^2 - \frac{(\sum XZ)^2}{\sum X^2}}{N - 2}, \quad E.S.(b) = \sqrt{\frac{s_b^2}{\sum X^2}} \quad y \quad E.S.(b^2) = 2E.S.(b)$$

RESULTADOS

En la tabla 1, se muestra los resultados de las mediciones de peso vivo, peso de vellón y longitud de mecha, realizadas en 1363 alpacas de diferentes edades.

Tabla 1. Valores de peso vivo, peso de vellón y longitud de mecha de alpacas

| Edad de alpaca (años) | Número de animales | Característica (promedio ± error estándar) | | |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| | | Peso vivo (kg) | Peso de vellón (kg) | Longitud de mecha (cm) |
| 2 | 262 | 50,41 ± 5,23 c | 2,05 ± 0,63 b | 12,85 ± 2,42 a |
| 3 | 226 | 58,95 ± 6,63 b | 2,46 ± 1,04 a | 12,51 ± 1,73 a |
| 4 | 263 | 65,23 ± 7,11 a | 2,44 ± 0,53 a | 9,91 ± 1,98 b |
| ≥ 5 | 612 | 59,04 ± 6,52 b | 2,11 ± 0,45 a | 9,15 ± 1,83 b |

Los pesos al nacimiento y destete de 522 crías, nacidas de igual número de madres de diferentes edades, son los que se muestra en la tabla 2. El destete de las crías se realizó a los 212 días en promedio.

Tabla 2. Peso vivo de las madres, peso al nacimiento y al destete de sus crías

| Edad de madre (años) | Número de animales | Peso vivo de madre (kg) | Peso de la progenie (kg) | |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| | | | Al nacimiento | Al destete |
| 3 | 178 | 59,53 ± 6,38b | 6,75 ± 0,98b | 30,50 ± 4,90 a |
| 4 | 156 | 66,79 ± 6,17 a | 7,44 ± 1,04 a | 31,78 ± 5,30 a |
| ≥ 5 | 188 | 61,66 ± 6,12 b | 7,75 ± 1,06 a | 31,96 ± 4,67 a |

Para calcular las correlaciones fenotípicas, se ha utilizado registros de producción de 262 alpacas de dos años, 226 de tres años, 263 de cuatro años y 612 de cinco a más años; los valores encontrados se detallan en la tabla 3, donde se observa que la correlación entre el peso vivo y el peso de vellón tiene valores bajos cuyo promedio es 0,074 y entre el peso de vellón y la longitud de mecha tiene valores medios con un promedio de 0,311.

Tabla 3. Correlaciones fenotípicas entre peso vivo, peso de vellón y longitud de mecha

| Edad (años) | Característica | |
|-------------|----------------|-------------------|
| | Peso de vellón | Longitud de mecha |
| 2 | Peso vivo | 0,049 |
| | Peso de vellón | 0,348 |
| 3 | Peso vivo | 0,173 |
| | Peso de vellón | 0,407 |
| 4 | Peso vivo | 0,035 |
| | Peso de vellón | 0,323 |
| ≥ 5 | Peso vivo | 0,039 |
| | Peso de vellón | 0,164 |
| Promedio | | 0,074 |
| | | 0,311 |

Por otro lado, en la tabla 4 se muestran las correlaciones entre el peso de la madre con los pesos de sus crías al nacimiento y al destete, que corresponde a 522 registros de madres y sus respectivas crías.

Tabla 4. Correlaciones entre el peso de madres y los pesos al nacimiento y destete de sus crías

| Coeficiente correlación (r) | Edad de madre (años) | Número de animales | Peso de la cría (kg) | |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------|
| | | | Al nacimiento | Al destete |
| Peso vivo de la madre al parto | 3 | 178 | 0,2 | 0,36 |
| | 4 | 156 | 0,23 | 0,37 |
| | ≥ 5 | 188 | 0,35 | 0,34 |
| Promedio | | | 0,26 | 0,36 |

Los coeficientes de regresión entre las características de peso de vellón-peso vivo y longitud de mecha-peso de vellón correspondiente a 1363 alpacas de 2, 3, 4 y ≥ 5 años de edad, se resumen en la tabla 5.

El efecto del peso vivo de alpacas madres sobre el peso al nacimiento y peso al destete de sus crías, se estimó mediante los coeficientes de regresión entre el peso al nacimiento y destete de crías con respecto al peso de sus madres de diferentes edades, encontrando valores promedio de 0,043 para peso al nacimiento-peso de la madre y 0,290 para peso al destete-peso de la madre. Los detalles de estos valores se pueden observar en la tabla 6.

Tabla 5. Coeficientes de regresión entre el peso vivo, peso de vellón y longitud de mecha

| Edad (Años) | | Característica | |
|-------------|----------------|----------------|-------------------|
| | | Peso de vellón | Longitud de mecha |
| 2 | Peso vivo | 0,006 | |
| | Peso de vellón | | 1,34 |
| 3 | Peso vivo | 0,027 | |
| | Peso de vellón | | 1,44 |
| 4 | Peso vivo | 0,003 | |
| | Peso de vellón | | 1,21 |
| ≥ 5 | Peso vivo | -0,001 | |
| | Peso de vellón | | 0,82 |
| Promedio | | 0,009 | 1,20 |

Tabla 6. Coeficientes de regresión entre el peso de crías al nacimiento y destete sobre el peso de la madre

| Coeficiente de regresión (b) | Edad de la madre (años) | PNúmero de animales | Peso de la cría | |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|------------|
| | | | Al nacimiento | Al destete |
| Peso vivo de la madre al parto | 3 | 178 | 0,031 | 0,292 |
| | 4 | 156 | 0,039 | 0,317 |
| | ≥ 5 | 188 | 0,060 | 0,260 |
| Promedio | | | 0,043 | 0,290 |

La heredabilidad del peso vivo y la longitud de mecha se muestran en la tabla 7

Tabla 7. Heredabilidad (b^2) de peso vivo y longitud de mecha

| (b^2) | No. de registros cría-madre | Característica | |
|---------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| | | Peso vivo | Longitud de mecha |
| | 764 | 0,27 ± 0,08 | 0,21 ± 0,07 |

DISCUSIÓN

Para la característica peso vivo, el mayor valor promedio ($65,23 \pm 7,11$ kg) se logró a la edad de cuatro años, pudiendo indicar que esa sería la edad en la que la alpaca llega a su madurez. Al respecto, Candio (2011), encontró que el peso vivo de alpacas de tres a más años fue de $67,84$ kg en promedio y Bustinza (2001) dice que las alpacas crecen hasta los seis años en los que alcanza los 65 kg. En un estudio realizado en Nueva Zelanda (Wuliji et al., 2000), reportaron un peso vivo a la esquila en alpacas adultas de 68 kg. Por lo tanto, los valores hallados en el presente estudio no son muy diferentes a los reportados por los investigadores mencionados.

En lo referente al peso de vellón, se nota que entre los tres y cuatro años alcanza su mayor valor, es decir $2,46 \pm 1,04$ kg y $2,44 \pm 0,53$ kg, respectivamente. Estos valores son similares a los hallados por Wuliji et al. (2000), en Nueva Zelanda que reportan pesos de vellón grasiento de $2,6$ kg en alpacas adultas; Bustinza (2001), en alpacas de Puno afirma que el peso del vellón varía según la edad y que este incremento en los primeros seis años se debe fundamentalmente al incremento de la superficie de la piel como producto del crecimiento del animal (más folículos pilosos) y luego su declinación en alpacas mayores de seis años se debería a la deficiencia de aprovechamiento de las pasturas (problemas de prehensión y masticación por razamiento de dientes y menor absorción de nutrientes por deterioro del tracto digestivo).

La longitud de mecha muestra sus mayores valores a los dos ($12,85 \pm 2,42$ cm) y tres ($12,51 \pm 1,73$ cm) años de edad y luego va disminuyendo conforme la edad avanza, así a los cuatro años mide $9,91 \pm 1,98$ cm y a los cinco años y más $9,15 \pm 1,83$ cm. El hecho que las alpacas jóvenes tienen mayor longitud de mecha se debería a que aún no tienen crías que demandan de nutrientes para la gestación y lactación, y que todos los nutrientes que ingiere son destinados a su crecimiento corporal y la producción de fibra. Estos resultados concuerdan con Bustinza (2001) y Candio (2011), cuando afirman que la longitud de mecha en alpacas del Perú varía de acuerdo a la edad, disminuyendo a medida que avanza la edad.

Los pesos al nacimiento y destete (a los 212 días de edad) de las crías fueron de $7,31 \pm 1,03$ kg y $31,41 \pm 4,96$ kg, respectivamente. Los valores hallados en el presente estudio están cercanos a los encontrados por Palacios (2009), en alpacas del Fundo Mallkini-Puno, con un peso pro-

Juan Roque Gonzalez

medio al nacimiento de $6,99 \pm 1,08$ kg y al destete de $22,68 \pm 4,22$ kg (ajustado a 210 días de edad) y Calcina (2007), en alpacas de La Raya-Puno, halló un peso al nacimiento de $7,92 \pm 1,11$ kg y un peso al destete de $30,49 \pm 4,26$ kg.

La correlación fenotípica entre el peso vivo y el peso de vellón tiene un valor promedio de 0.074, esto indica que estas dos características tienen un comportamiento casi independiente. La correlación entre el peso de vellón y la longitud de mecha muestra un valor promedio de 0.311, siendo éste de nivel medio e indicativo que si se mejora el peso del vellón también se mejora la longitud de mecha.

Por otro lado, existe correlación positiva entre el peso de la madre al parto con el peso de la cría al nacimiento, en los primeros años de la madre estos valores son bajos, incrementándose significativamente a la edad de cinco y más años, lo que demuestra que es la edad en la cual se observa mayor influencia de la condición materna sobre los pesos al nacimiento de su progenie. Mientras que para la correlación entre el peso de la madre al parto con el peso al destete de su cría, este efecto ha sido de nivel medio. Esto indica que el peso de la cría al destete está más influenciada por la condición de la madre al parto.

Los coeficientes de regresión promedio encontrados son: 0,009, entre el peso de vellón y el peso vivo, lo cual demuestra que la variación en una unidad de peso vivo hace variar mínimamente el peso del vellón; este valor no es muy diferente a 0,0053 reportado por Roque et al. (1982) y el coeficiente de regresión entre la longitud de mecha y el peso de vellón es 1,20; lo cual significa que la variación en una unidad de peso de vellón hace variar en promedio 1,20 cm. la longitud de mecha; siendo este valor muy superior a 0,38 encontrado por Roque et al. (1982).

El efecto del peso vivo de alpacas madres sobre el peso al nacimiento de sus crías, medido a través del coeficiente de regresión, cuyo valor hallado es 0,043, no es significativa. Sin embargo, el efecto del peso de la madre sobre el peso al destete de las crías es significativo con un valor de 0,29, lo cual indica que si el peso de la madre varía en 1 kg, el peso de la cría al destete variará en 0,317 kg., debido a que una madre de buen peso o buena condición corporal producirá más leche para la alimentación y crecimiento de su cría en comparación con otra madre de pobre

condición corporal.

El índice de herencia o heredabilidad (b^2) indica el grado de correlación que existe entre el genotipo y el fenotipo del animal y que determina la fracción genética que es responsable de la expresión fenotípica final (Lasley, 1991). La heredabilidad varía de cero a uno y se puede dividir en tres categorías: Baja (de 0 a 0,2), moderada (de 0,2 a 0,4) y alta (más de 0,4); si es alta, el fenotipo permitirá predecir con bastante precisión el genotipo y cuando la es baja se utiliza otros métodos de predecir el genotipo, como la prueba de progenie (Kress, 1981).

Las heredabilidades de peso vivo $0,27 \pm 0,08$ y de la longitud de mecha $0,21 \pm 0,07$ calculadas mediante la regresión progenie-progenitor, son de categoría moderada y serán muy útiles para elaborar planes de mejora genética para el rebaño de la SAIS Pachacútec.

Los valores de heredabilidad son específicos para cada población animal debido a las diferencias en las frecuencias génicas y los efectos ambientales que impactan en sus individuos que la integran (Vilela, 2014). Pero, como las alpacas que habitan las zonas alto andinas de nuestro país, como en este caso el rebaño de alpacas de la SAIS Pachacútec, tienen su origen genético en los rebaños de Puno también tendrán muchos genes en común; por lo tanto, los valores de heredabilidad hallados en el presente estudio pueden ser usados en el planeamiento de programas de mejoramiento genético en otras partes del país.

CONCLUSIONES

Los pesos vivos encontrados corresponden a 1,363 alpacas agrupadas en 2, 3, 4 y ≥ 5 años de edad y sus valores son: $50,41 \pm 5,23$ kg, $58,95 \pm 6,63$ kg, $65,23 \pm 7,11$ kg y $59,04 \pm 6,52$ kg, respectivamente; con diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) entre grupos de edad. Los pesos de vellón hallados fueron $2,05 \pm 0,63$ kg, $2,46 \pm 1,04$ kg, $2,44 \pm 0,53$ kg y $2,11 \pm 0,45$ kg, en alpacas de 2, 3, 4 y mayores o iguales a 5 años de edad, respectivamente; sin diferencias estadísticas entre edades.

Las longitudes de mecha en alpacas de 2, 3, 4 y ≥ 5 años de edad fueron $12,85 \pm 2,42$ cm, $12,51 \pm 1,73$ cm, $9,91 \pm 1,98$ cm y $9,15 \pm 1,83$ cm, respectivamente. No existen diferencias

estadísticas entre animales de 2 y 3 años, ni entre animales de 4 y mayores o iguales a 5 años; pero sí entre estos con los primeros ($p \leq 0,05$).

Los pesos de las crías al nacimiento fueron $6,75 \pm 0,98$ kg, $7,44 \pm 1,04$ kg y $7,75 \pm 1,06$ kg en grupos de madres de 3, 4 y ≥ 5 años de edad, respectivamente. Los pesos de las crías al destete (212 días) fueron $30,50 \pm 4,90$ kg, $31,78 \pm 5,30$ kg y $31,96 \pm 4,67$ kg correspondientes a los mismos grupos de edad de madres, sin diferencias estadísticas entre grupos de edad.

Los coeficientes de correlación entre el peso vivo y el peso de vellón en las diferentes edades tienen valores muy bajos que van de 0,035 a 0,173. Esto indica que estas dos características tienen un comportamiento casi independiente. Los coeficientes de correlación entre el peso de vellón y la longitud de mecha tienen valores de 0,348; 0,407; 0,323 y 0,164 para alpacas de 2, 3, 4 y ≥ 5 años de edad, respectivamente, lo cual permite asegurar que entre estas dos características existe una asociación media; es decir, si se mejora el peso del vellón también se mejora la longitud de mecha.

La regresión entre el peso de vellón y el peso vivo alcanza valores de 0,006; 0,027; 0,003 y 0,001 para las edades de 2, 3, 4 y ≥ 5 años, respectivamente, lo cual demuestra que la variación en el peso vivo hará variar mínimamente el peso del vellón. La regresión de la longitud de mecha con el peso de vellón presenta valores de 1,34; 1,44; 1,21 y 0,82 para los mismos grupos de edad, respectivamente, siendo estas relaciones más significativas que la relación anterior.

Los valores de heredabilidad son $0,27 \pm 0,08$ para el peso vivo y $0,21 \pm 0,07$ para la longitud de mecha. Siendo estos valores de categoría moderada, lo cual implica que cualquier programa de mejoramiento genético de alpacas que involucre el peso vivo y la longitud de mecha, tendrá resultados importantes. Si bien, los valores hallados corresponden al rebaño de alpacas de la SAIS Pachacútec, pueden ser usados en el planeamiento de programas de mejoramiento genético en otras partes del país, debido a que las alpacas que pueblan las zonas alto andinas de nuestro país tienen su origen genético en los rebaños de Puno, con muchos genes en común y la similitud del medio en que viven.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bustanza, Víctor. 2001. Mejoramiento genético. En Producción de Rumiantes Menores: Alpacas. RESUMEN. Lima, Perú. Pág. 113 – 128.
- Calcina, Jaime. 2007. Evaluación del efecto de la edad de la madre, el sexo de la cría sobre características de importancia económica y sus correlaciones en alpacas Huacaya del C.I.P. La Raya-Puno. Tesis de Maestría en Producción Animal. Escuela de Post Grado Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Candio, Julissa. 2011. Caracterización de la fibra del plantel de alpacas de la SAIS Pachacutec-Junin. Tesis Ing. Zootecnista Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Pag. 35 – 52.
- Falconer, Douglas y Mackay, Trudy. 2004. Introduction to Quantitative Genetics. Longman Group Ltd. Cuarta edición. England. 4694 pág.
- Kress, David. 1981. Conceptos básicos en el mejoramiento genético del ganado. En: Curso Corto de Mejoramiento de Ovinos y Alpacas. Lima, Perú.
- Lasley, John. 1991. Genética del mejoramiento del ganado. Ed. Limusa. México. 378 pág.
- Little Thomas y Hills, Frederich. 1991. Statistical methods for research in agriculture. University of California Davis. California, U.S.A.
- Palacios, Mario. 2009. Evaluación técnica-productiva del núcleo de alpacas Huacaya del fundo Mallkini-Azángaro Puno. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Quispe, Edgar. 2010. Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos* L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región altoandina de Huancavelica. Tesis Ph.D. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Roque, Juan. 1982. Parámetros tecnológicos de lanas de nueve empresas campesinas de Puno. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Juan Roque Gonzalez

Steel, Robert y Torrie, James. 1996. Biostatistics: Principles and procedures. McGraw-Hill College. 2da. Edición. México. 672 pág.

Vilela, Jorge. 2014. Mejoramiento genético en animales domésticos. Editora Macro E.I.R.L. Lima, Perú.

Wuliji T., Davis G., Dodds K., Turner P. Andrews R. y Bruce G. 2000. «Production, performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand». Small Ruminant Research. 1; 37(3) : 189 – 201. <[https://doi.org/10.1016/s0921-4488\(00\)00127-9](https://doi.org/10.1016/s0921-4488(00)00127-9)>

Fecha de recepción: 12/08/2019

Fecha de aceptación: 02/09/2019

Correspondencia

Juan Roque Gonzalez

jmrg5556@cip.org.pe